

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-274083

(43)Date of publication of application : 05.10.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G02B 19/00

G03F 7/20

G03F 9/00

(21)Application number : 2001-044689

(71)Applicant : CARL ZEISS:FA

(22)Date of filing : 21.02.2001

(72)Inventor : SCHUSTER KARL-HEINZ  
WAGNER CHRISTIAN  
SCHRIEVER MARTIN

(30)Priority

Priority number : 2000 10010131

Priority date : 03.03.2000

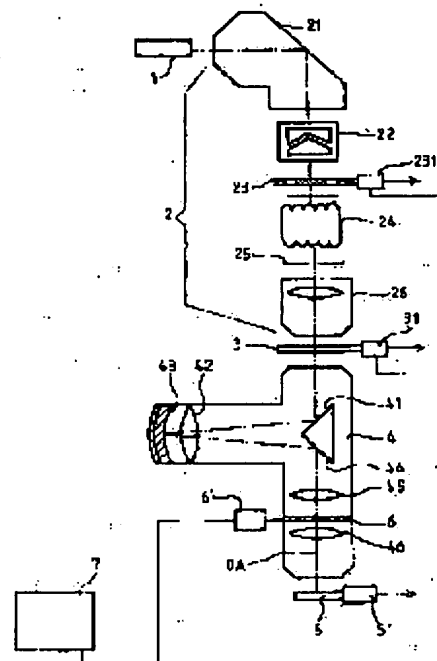
Priority country : DE

## (54) TANGENTIAL POLARIZATION TYPE PROJECTION EXPOSURE BY MICROLITHOGRAPHY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To propose a new tangential polarization type projection exposure by microlithography.

SOLUTION: In a method and a device wherein projection exposure is performed by microlithography with an optical aperture, contrast is increased by polarizing a light in the direction perpendicular to a plane of incidence of resist. A device for controlling polarization as tangential polarization, or linear polarization which is suitable for dipole illumination in an illumination system or a demagnification lens is proposed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

## \* NOTICES \*

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] The approach that the flux of light (81 82) which carries out incidence to the image surface, interferes in it in the approach of generating an image with micro lithography using the light which polarized, and generates an image is characterized by having the polarization direction of a perpendicular direction to plane of incidence.

[Claim 2] It is the projection aligner of micro lithography. The light source (51), The lighting system containing the system part (55) which controls polarization, and the 2nd system part (54) which determines a lighting aperture, In a mask positioning system (58) and said projection aligner with which it has the image surface and the numerical aperture by the side of an image has the projection lens (59) and object positioning system (60 61) of the range of 0.7 thru/or 0.95 advantageously It is the projection aligner with which the system part (54) which controls polarization is characterized by producing the light which carried out tangent polarization 60% or more, and the light which carried out tangent polarization 70% or more advantageously.

[Claim 3] The projection aligner according to claim 2 characterized by the 2nd system part (54) producing ring aperture lighting.

[Claim 4] The projection aligner according to claim 2 characterized by the 2nd system part (54) producing dipole lighting.

[Claim 5] The projection aligner according to claim 4 characterized by the light which the system part (55) which controls polarization made produce the light which carried out the linearly polarized light instead of the light which carried out tangent polarization, and carried out the linearly polarized light having the perpendicular polarization direction to the line which connects the two flux of lights of dipole lighting.

[Claim 6] The projection aligner of at least one publication to claims 1-5 characterized by for a projection lens (59) being constituted by the symmetry of revolution, and constituting it as a dioptric lens or a lens symmetrical with rotation especially within an optical path.

[Claim 7] It is the projection aligner of micro lithography. The wavelength of the ultraviolet-rays range, and the light source which had the wavelength between 200nm and 100nm especially (1), The lighting system equipped with the equipment (22) in which the justification for producing the various geometry of pupil lighting especially various ring aperture lighting, or dipole lighting is possible (2), The mirror of a mask positioning system (31) and the last by the side of an image (44), KATADIOPUTORIKKU reducing glass (4) equipped with the equipment (6) which is arranged behind this mirror (44) and controls polarization, and said reducing glass the range of whose numerical aperture by the side of an image is 0.7 thru/or 0.95 advantageously (4), The equipment (6) which controls polarization is aligned with the geometry to which pupil lighting was set in the \*\*\*\*\* aforementioned projection aligner. By the ability to adjust [ that justification is possible or ] The projection aligner characterized by the flux of light (81 82) which produces an image polarizing perpendicularly substantially to plane of incidence in the image surface (5 60).

[Claim 8] Equipment of at least one publication to claims 2-7 characterized by having the rate control action which amends the poisoning of reactor of the optical element (46 56-59) which will be prepared by the time the equipment (55 6) which controls polarization reaches [ from the equipment (55 6) concerned ] the image surface (5 61) about polarization distribution.

[Claim 9] The approach according to claim 1 characterized by using the projection aligner of at least one publication to claims 2-8.

[Claim 10] It is the approach according to claim 1 or 9 which a micro lithography mask [ \*\*\*\* ] (3) is prepared to polarization in a mask positioning system (31), and especially a transparency mask is prepared, and is characterized by the base being non-form birefringence substantially at the time of transparency.

[Claim 11] The approach characterized by the euphotic zone (61) equipping with the acid-resisting layer (62) claims 1, 9, or 10 by which the object (5 61) equipped with the euphotic zone (61) in the objective lens positioning system (5') is arranged in the approach of a publication.

[Claim 12] The approach according to claim 11 that an acid-resisting layer (62) is characterized by making light penetrate the optimal according to the perpendicular polarization direction to plane of incidence.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the projection aligner corresponding to the approach of generating an image with micro lithography using the light which polarized, and said approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] this kind of an approach and equipment -- the [ Federal Republic of Germany patent public presentation ] -- it is known from the reference quoted in a 19535392 No. A official report (United States patent application consecutive numbers 09/352408) and this official report.

[0003] The radiation polarization proposed in the above-mentioned official report is suitable to the objective lens in which the numerical aperture by the side of an image had  $NA=0.5-0.7$  of a type value, and the resist which is not equipped with the acid-resisting layer, and makes active jamming by the polarization selective reflection generated in a resist in the angle of incidence of the Brewster's angle range control.

[0004] From the U.S. Pat. No. 5365371 specification and the U.S. Pat. No. 5436761 specification, the arrangement configuration about the polarization selection means for carrying out radiation polarization also in the pupil side (system aperture) of a projection lens is known.

[0005] From a U.S. Pat. No. 5691802 specification, the KATADIOPUTORIKKU projection lens is known and a polarization plate can be arranged in the pupil side. This polarization plate has an inside circular zone and an outside annular zone, and it has a different refractive index while making the light which carried out the linearly polarized light generate so that a circular zone and an annular zone may intersect perpendicularly mutually. Therefore, it interferes, the two flux of lights which do not suit are offered, and these flux of lights produce the different image surface. Relation with the class of lighting is not indicated. the numerical aperture of the given example -- at most -- it is 0.6.

[0006] From the U.S. Pat. No. 4755027 specification, the axicon (Axicon) equipment for producing the light which polarized to radial and a tangential direction is known.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The technical problem of this invention increases further offer of this kind of approach, and the numerical aperture by the side of an image, is made into about 0.7 thru/or 0.9 or more, and is in offer of the equipment currently optimized about the polarization effectiveness.

[0008] Interference contrast will become important, if the resist (euphotic zone in the image surface) equipped with the acid-resisting layer is prepared and the numerical aperture by the side of an image is increased further. That interference contrast becomes the optimal is the case where two beam interference of a beam of light with the polarization to which it points in a perpendicular (sagittal sigma) to plane of incidence is performed. In this case, the rise of about 7% of contrast is possible, for example.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The flux of light which incidence of the above-mentioned technical problem is carried out to the image surface, it interferes in it, and generates an image is solved by having the polarization direction of a perpendicular direction to plane of incidence.

[0010] As for this invention equipment, it is desirable to have the system part which produces the light which carried out tangent polarization 60% or more, and the light which carried out tangent polarization 70% or more advantageously in a lighting system.

[0011] This polarization must be maintained within future optical paths.

[0012] As for this equipment, it is still more desirable to carry out the tangent polarization of the flux of light which is established to the case of KATADIOPUTORIKKU reducing glass, controls polarization according to the geometry to which pupil lighting was set after the mirror of the last by the side of an image,

and contributes to generation of an image.

[0013] The mode of advantageous operation is concretely indicated by the subordination term, respectively.

[0014] Some embodiments are concerned with ring aperture lighting or dipole lighting. According to this invention, such polarization is offered about lighting and it is maintained within an optical path. Thereby, the potential of high numerical aperture and the potential of the polarization by this invention are utilizable the optimal.

[0015] Tangent polarization is suitable for ring aperture lighting (annular) the same with it being suitable to dipole lighting.

[0016] To dipole lighting, the linearly polarized light rotated by the direction of a dipole is also suitable.

[0017] This invention is disadvantageous if mulberry DORAPORU lighting is used.

[0018] The break in in a lighting system is always easier than the break in in reducing glass. So, tangent polarization is introduced in a lighting system. In this case, this polarization must be maintained in reducing glass. So, it is advantageous that a projection lens is constituted by the symmetry of revolution and is especially constituted as a dioptric lens or a KATADIOPUTORIKKU lens symmetrical with an axis within an optical path. Refer to the Federal Republic of Germany patent No. 19639586 official report (United States patent application consecutive numbers 09/263788) about the latter, for example.

[0019] In order to optimize the uniform polarization by this invention in the image surface, the poisoning of reactor of the optical element following the equipment which controls polarization, i.e., the continuous poisoning of reactor, and the poisoning of reactor peculiar to a solid-state are set as the object of a rate control action, therefore it is amended in the image surface.

[0020] According to the approach of the embodiment of this invention, a micro lithography mask [ \*\*\*\* ] is prepared about polarization so that the polarization generated at a lighting side may not receive active jamming. In this case, it is advantageous to prepare the transparency mask especially equipped with the base which is non-form birefringence substantially at the time of transparency.

[0021] Furthermore, an antireflection film is given to the euphotic zone (resist) of the object (wafer) with which this embodiment approach can be burned. It is because coupling of the taper is carried out very much to a euphotic zone by big incident angle which corresponds to the numerical aperture of the range beyond 0.7 thru/or 0.9, and it if an antireflection film is not prepared.

[0022] In this case, since this antireflection film can be optimized to the light which polarized perpendicularly especially to plane of incidence, it is advantageous. This is remarkably brief compared with optimization of required others to all the polarization directions.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Next, this invention is explained to a detail using a drawing.

[0024] The projection aligner of drawing 1 becomes the light source 1, a lighting system 2, the mask positioning systems 3 and 31, reducing glass 4, and the object positioning system 5 and 5' from the computer control section 7, and although not illustrated, the usual auxiliary device is formed in addition to this.

[0025] Especially the light source is an excimer laser for far ultraviolet rays with the wavelength of 193nm or 157nm with the gestalt of this operation.

[0026] the group having the axicon in which justification for a lighting system 2 to operate orthopedically typically, beam-of-light guidance / plastic surgery system 21, and the group 22 who operates various lighting setting orthopedically by the low loss, for example, ring aperture lighting, (annular lighting), is possible -- in addition Or the collimator 23 which was equipped with the justification mechanical component 231 for lighting setting (the annular lighting in various coherence, dipole lighting, mulberry DORAPORU lighting, the usual lighting) as substitution of this and which can be justified, It has the optical integrator 24 (here, illustrated as a honeycomb condensing lens), the REMA diaphragm 25 as the limit section of the field irradiated by the mask 3, and the REMA lens 26. that by which this kind of lighting system is known -- it is -- the [ Federal Republic of Germany patent public presentation ] -- I want to refer to a 19855106A official report (U.S. application of the presentation on November 29, 1999)

[0027] Reducing glass 4 is equipped with a concave mirror 43, the turn mirrors 41 and 44, a lens, and the lens groups 42, 45, and 46, and is catadioptric \*\*\*\*\*. This is also known from the United States patent application consecutive numbers 09/364382 (the [ Europe patent public presentation ] 0989434 No. A official report). the [ or / Federal Republic of Germany patent public presentation ] -- the lens which equipped [ which is ] it like [ a 19954727 No. A official report ] a publication with the beam splitter may be prepared.

[0028] The printed matter quoted the above-mentioned printed matter and there is completely a part of this

application as this kind of lighting system, and an example of a lens.

[0029] The numerical aperture by the side of the image of KATADIOPUTORIKKU reducing glass is  $NA=0.8$  or more than it. Especially, the element 6 which controls polarization is advantageously built into the field of a pupil side (system aperture). This element 6 produces tangent polarization within the following optical path. The configuration is similar to the configuration for the radiation polarization known from the birefringence plate articulated, for example. In the dipole lighting which constituted the element 22 of a lighting system 2 suitably, and set it up, said element 6 can also produce the light by which the linearly polarized light was carried out. In this case, the polarization direction can be fitted towards dipole lighting using adjustment device 6'. Said element 6 may be a linearly polarized light child who has a filtering function. It is good to use advantageously the birefringence element which acts by the low loss. Since these mirrors have a reflection factor depending on polarization after reflecting by mirrors 41, 43, and 44 if the light by which the circular polarization of light was carried out from the lighting system 2 is offered, the elliptically polarized light of the geometry which can be determined beforehand arises, and a birefringence plate with suitable thickness can permute this elliptically polarized light with the linearly polarized light. It is advantageous if mirrors 41, 43, and 44 are covered with the reflecting layer which maintains a phase.

[0030] It is arranged in an object and the image surface, and is supplied using the positioning system 31 and 5', and direction adjustment is carried out correctly, and a mask 3 (reticle) and the object 5 (wafer) which is a candidate for exposure synchronize, and it is made to move it by the step and the scanning method.

[0031] said -- positioning -- a system -- 31 -- five -- ' -- the illumination light -- a way -- inside -- justification -- equipment -- 231 -- and -- polarization -- a determinant -- six -- \*\* -- an adjustment device -- six -- ' -- the same -- computer control -- the section -- seven -- controlling -- having . The computer control section 7 can control the whole projection exposure system by the well-known mode, and can also take into consideration the amount of signals and the amount of adjustments of an exception in that case.

[0032] Drawing 2 shows the deformation implementation gestalt of the system configuration which formed tangent polarization equipment 55 in the lighting system. Axicon equipment given in a U.S. Pat. No. 4755027 specification is sufficient as this tangent polarization equipment 55. If this U.S. specification is coped with how to the various prior polarization of light which carries out incidence, it is indicated whether the optimal result is obtained. All the components and the arrangement configuration of those of those other than this tangent polarization equipment are the usual thing. The light source 51 equipped with the mirror 52 is extracted, and illuminates 53. after drawing 53 -- a lens 54, the [ for example, / Federal Republic of Germany patent public presentation ], -- the zoom axicon lens of a publication is prepared in a 4421593 No. A official report, and various setup, especially selection of a ring aperture are enabled. After tangent polarization equipment 55, the honeycomb capacitor 56 and the Leray Field optical system 57 are established. These components are used in order to collaborate and to illuminate a reticle 58 the optimal. It is reduced with reducing glass 59 with high resolution (100nm thru/or 70nm, or 50nm or less), and image formation of the reticle 58 is carried out to the resist film 60 of a wafer 61. In the case of the gestalt of this operation, the resist film 60 has the antireflection film, but this is because effective coupling of the light to the resist film 60 is not performed, if this antireflection film does not exist, since it is in the range of a Brewster's angle, and an angle of incidence is further amplified by the perpendicular polarization direction to plane of incidence when large.

[0033] Drawing 3 is drawing explaining the tangent polarization in the outlet of polarizers 55 or 6, and tangent polarization exists in this alignment to an optical axis OA in every pupil side of the after that of a system.

[0034] Drawing 4 is drawing explaining the situation at the time of coupling of the flux of lights 81 and 82 which generate an image being carried out to the resist film 60. According to this invention, the flux of lights 81 and 82 which carry out incidence by the big incident angle to an optical axis OA have perpendicular polarization to perpendicular polarization, i.e., a drawing, to plane of incidence. For this reason, by the optimal acid-resisting layer 62, an effective invasion of the flux of lights 81 and 82 into the resist layer 60 is attained. Since the electric field vector of the flux of lights 81 and 82 is mutually parallel in the resist layer 60, it interferes in image "point" 40, consequently high contrast arises between the exposing point 40 and the point exposing [ un-]. Refraction [ in / the thickness of layers 60 and 62 and a base (wafer) is not important, and / an interface ] is not illustrated, either.

[0035] Drawing 5 shows the simulation of distribution of the light in the pupil side of reducing glass, and shows said simulation [ in / the outlet of the element 6 of drawing 1 ]. Inside the diameter P of a pupil, the field O irradiated by ring aperture lighting is. the zero of the grid by which this field O is arranged in the field of a reticle (3 of drawing 1 ) in Direction G at coincidence -- it is also degree diffraction. Another side -

1 and +1 express the distribution of the -primary diffraction of a grid, and +primary diffraction which had a grid period in the resolution critical range. Ring - The field with which 1, 0, and +1 have lapped produces an image. By the tangent polarization suggested by the arrow head T, in these lap field, the two flux of lights which are involving can polarize to coincidence, and, therefore, it can interfere in them positively so that it may understand easily.

[0036] If the numerical aperture by the side of an image uses [ wavelength ] the projection aligner of NA=0.75 by 193nm to 1:1 grids which had clearance width of face of 100nm in the image, compared with the light not polarizing, the relative KONSUTO last will go up 7% by polarization according [ a refractive index ] to this invention the case of the ring aperture lighting of  $\sigma=0.5-0.8$  to the resist of  $n=1.8$ . According to annular lighting, it does not depend for this effectiveness in the direction of structure, but this approach is suitable to all the kinds of the crowding line, the hole which contacts of structure. In the exposure approach, i.e., the exposure approach which has k factor in the range of about 0.3 thru/or 0.5, that the demand especially to contrast is low, it is completely effective. The direction of dipole lighting is turned in the direction of the structure by which image formation should be carried out. Thereby, also when the polarization direction is in agreement in the direction of structure, the linearly polarized light of a request in the image surface can also be used in addition to (polarization is parallel to a straight line), and tangent polarization.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

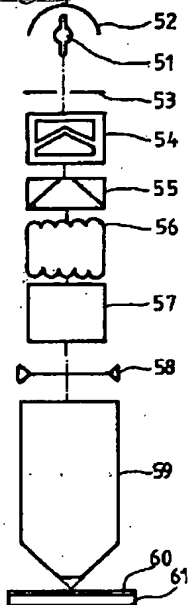
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

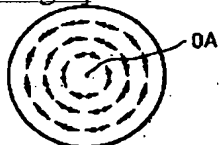
DRAWINGS

---

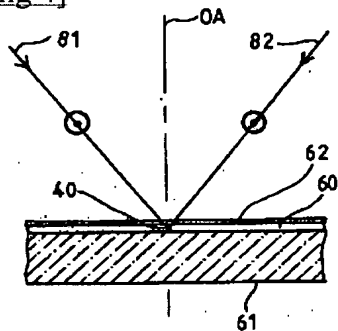
[Drawing 2]



[Drawing 3]

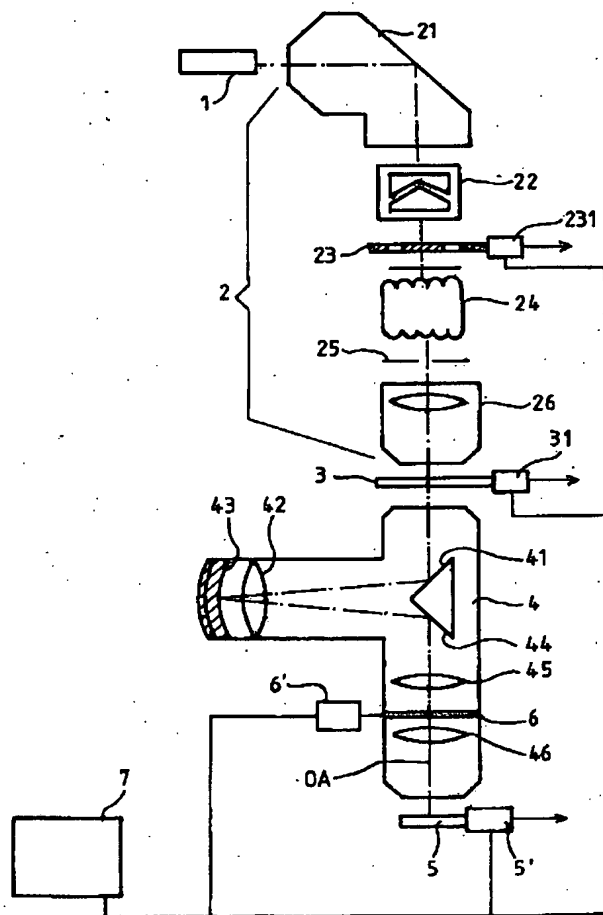


[Drawing 4]

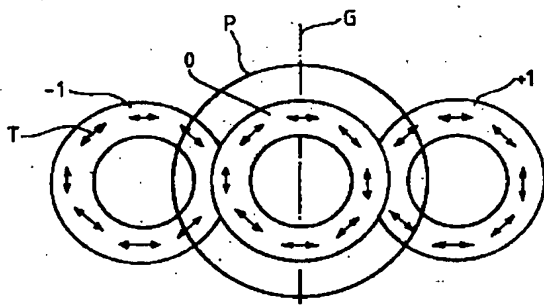


[Drawing 1]





[Drawing 5]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-274083

(P2001-274083A)

(43) 公開日 平成13年10月5日 (2001.10.5)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 2 B 19/00	
G 0 2 B 19/00		G 0 3 F 7/20	5 0 2
G 0 3 F 7/20	5 0 2		5 2 1
	5 2 1	9/00	H
9/00		H 0 1 L 21/30	5 1 5 D
審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 6 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-44689(P2001-44689)

(22) 出願日 平成13年2月21日 (2001.2.21)

(31) 優先権主張番号 1 0 0 1 0 1 3 1 . 3

(32) 優先日 平成12年3月3日 (2000.3.3)

(33) 優先権主張国 ドイツ (D E)

(71) 出願人 391035991

カール・ツァイス・ステッフツング

C A R L Z E I S S

ドイツ連邦共和国 89518・ハイデンハイム アン デア プレンツ (番地なし)

(72) 発明者 カーツハインツ・シュスター

ドイツ連邦共和国・89551・ケーニヒスbron・レヒベルクシュトラッセ・24

(72) 発明者 クリスティアン・ヴァグナー

ドイツ連邦共和国・73430・アーレン・ヴァイデンフェルト・8

(74) 代理人 100064621

弁理士 山川 政樹

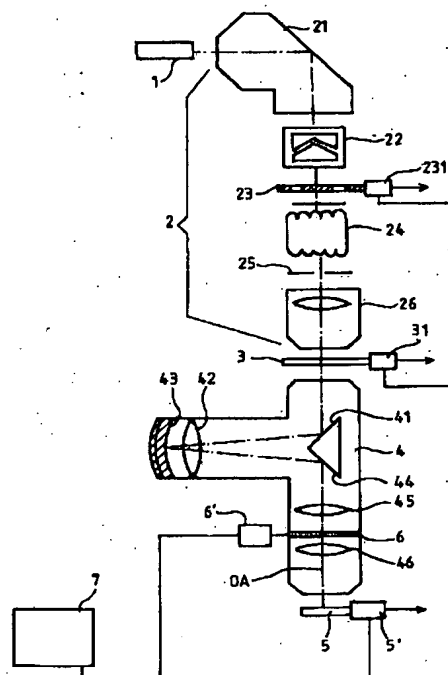
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロリソグラフィーによる接線偏光型投影露光

(57) 【要約】

【課題】 マイクロリソグラフィーによる新規な接線偏光型投影露光を提案する。

【解決手段】 光アパーチャーでマイクロリソグラフィーにより投影露光する方法および装置において、レジストの入射面に対し垂直に光を偏光させることによりコントラストを増大させる。接線偏光として偏光を制御する装置、または照明システムおよび縮小レンズにおいてダイポール照明に適合した直線偏光が提示される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 偏光した光を用いてマイクロソグラフィーにより像を生成する方法において、像面に入射し、干渉して像を生成する光束(81, 82)が、入射面に対し垂直な方向の偏光方向を有していることを特徴とする方法。

【請求項2】 マイクロソグラフィーの投影露光装置であって、  
光源(51)と、

偏光を制御するシステム部分(55)と、照明アパーチャーを決定する第2のシステム部分(54)とを含む照明システムと、

マスク位置決めシステム(58)と、

像面を備え、有利には像側の開口数が0.7ないし0.95の範囲の投影レンズ(59)と、

対象物位置決めシステム(60, 61)と、を有している前記投影露光装置において、偏光を制御するシステム部分(54)が、60%以上接線偏光した光、有利には70%以上接線偏光した光を生じさせることを特徴とする投影露光装置。

【請求項3】 第2のシステム部分(54)がリングアパーチャー照明を生じさせることを特徴とする請求項2に記載の投影露光装置。

【請求項4】 第2のシステム部分(54)がダイポール照明を生じさせることを特徴とする請求項2に記載の投影露光装置。

【請求項5】 偏光を制御するシステム部分(55)が、接線偏光した光の代わりに直線偏光した光を生じさせ、直線偏光した光が、ダイポール照明の2つの光束を結ぶ線に対し垂直な偏光方向を有していることを特徴とする請求項4に記載の投影露光装置。

【請求項6】 投影レンズ(59)が光路内で回転対称に構成され、特に屈折レンズとして、または回転対称なレンズとして構成されていることを特徴とする請求項1から5までの少なくとも一つに記載の投影露光装置。

【請求項7】 マイクロソグラフィーの投影露光装置であって、

紫外線範囲の波長、特に200nmと100nmの間の波長を持った光源(1)と、

ひとみ照明、特に各種リングアパーチャー照明またはダイポール照明の種々の幾何学を生じさせるための位置調整可能な装置(22)を備えた照明システム(2)と、  
マスク位置決めシステム(31)と、

像側の最後のミラー(44)と、このミラー(44)の後方に配置され、偏光を制御する装置(6)とを備えたカタディオプトリックな縮小レンズ(4)、有利には像側の開口数が0.7ないし0.95の範囲である前記縮小レンズ(4)と、を含む前記投影露光装置において、偏光を制御する装置(6)が、ひとみ照明の設定された幾何学に同調して位置調整可能または調整可能であるこ

とにより、像面(5, 60)内に像を生じさせる光束(81, 82)が、入射面に対し実質的に垂直に偏光されていることを特徴とする投影露光装置。

【請求項8】 偏光を制御する装置(55, 6)が、偏光分布に関し、当該装置(55, 6)から像面(5, 61)に至るまでに設けられている光学要素(46, 56-59)の妨害作用を補正する微分制御動作を有していることを特徴とする請求項2から7までの少なくとも一つに記載の装置。

【請求項9】 請求項2から8までの少なくとも一つに記載の投影露光装置を使用することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項10】 マスク位置決めシステム(31)内に、偏光に対して中立なマイクロソグラフィーマスク(3)が設けられ、特に透過マスクが設けられ、その基体は、透過時に実質的に非複屈折性であることを特徴とする請求項1または9に記載の方法。

【請求項11】 対物レンズ位置決めシステム(5')内に、受光層(61)を備えた対象物(5, 61)が配置されている請求項1, 9、または10に記載の方法において、受光層(61)が反射防止層(62)を備えていることを特徴とする方法。

【請求項12】 反射防止層(62)が、入射面に対し垂直な偏光方向により光を最適に透過させることを特徴とする請求項11に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、偏光した光を用いてマイクロソグラフィーにより像を生成する方法、および前記方法に対応する投影露光装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】この種の方法および装置は、ドイツ連邦共和国特許公開第19535392A号公報(米国特許出願連続番号09/352408)およびこの公報で引用されている文献から知られている。

【0003】上記公報において提案されている放射偏光は、像側の開口数が典型値の $NA=0.5-0.7$ を持った対物レンズと、反射防止層を備えていないレジストに対して適しており、ブルースター角範囲の入射角でレジストにおいて発生する偏光選択反射による妨害を抑制させる。

【0004】米国特許第5365371号明細書および米国特許第5436761号明細書からは、投影レンズのひとつ面(システムアパーチャー)においても放射偏光させるための偏光選択手段に関する配置構成が知られている。

【0005】米国特許第5691802号明細書からは、カタディオプトリックな投影レンズが知られており、そのひとつ面には偏光プレートを配置することがで

きる。この偏光プレートは内側の円形ゾーンと外側の環状ゾーンとを有し、円形ゾーンと環状ゾーンとは互いに直交するように直線偏光した光を生成させるとともに、異なる屈折率を有している。したがって、干渉しあわない2つの光束が提供され、これらの光束は異なる像面を生じさせる。照明の種類との関係については記載されていない。与えられた実施例の開口数はたかだか0.6である。

【0006】米国特許第4755027号明細書からは、半径方向および接線方向に偏光した光を生じさせるためのアキシコン(Axicon)装置が知られている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、この種の方法の提供と、像側の開口数をさらに増大させてほぼ0.7ないし0.9以上とし、偏光効果に関し最適化されている装置の提供にある。

【0008】反射防止層を備えたレジスト（像面内にある受光層）を設け、像側の開口数をさらに増大させると、干渉コントラストが重要になる。干渉コントラストが最適になるのは、入射面に対し垂直（サジタル）に指向する偏光をもった光線の二光束干渉が行なわれる場合である。この場合には、たとえばほぼ7%のコントラストのアップが可能である。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の課題は、像面に入射し、干渉して像を生成する光束が、入射面に対し垂直な方向の偏光方向を有していることにより解決される。

【0010】本発明装置は、60%以上接線偏光した光、有利には70%以上接線偏光した光を生じさせるシステム部分を照明システム内に有していることが望ましい。

【0011】以後の光路内でこの偏光は維持されねばならない。

【0012】さらに本装置は、カタディオプトリックな縮小レンズの場合に対して設けられ、像側の最後のミラーの後で、ひとみ照明の設定された幾何学にしたがって偏光を制御し、像の生成に寄与する光束を接線偏光させることが望ましい。

【0013】有利な実施の態様が、それぞれ具体的に従属項に記載されている。

【0014】いくつかの実施態様は、リングアパーチャー照明またはダイポール照明に関わるものである。本発明によれば、照明に関しこのような偏光が提供され、光路内で維持される。これにより、高い開口数のポテンシャルと本発明による偏光のポテンシャルとを最適に活用することができる。

【0015】接線偏光はダイポール照明に対して適しているのと同様に、リングアパーチャー照明（環状）に適している。

【0016】ダイポール照明に対しては、ダイポール方

向により回転させられる直線偏光も適している。

【0017】クワドラポール照明を用いると本発明は不利である。

【0018】照明システムへの介入は、縮小レンズへの介入よりも常に簡単である。それゆえ、照明システム内に接線偏光が導入される。この場合、この偏光は縮小レンズにおいて維持されねばならない。それゆえ、投影レンズが光路内で回転対称に構成され、特に屈折レンズとして、または軸線対称なカタディオプトリックなレンズとして構成されているのが有利である。後者に関しては、たとえばドイツ連邦共和国特許第19639586号公報（米国特許出願連続番号09/263788）を参照。

【0019】像面内で本発明による均一な偏光を最適化するため、偏光を制御する装置に続く光学要素の妨害作用、すなわち連続的な妨害作用または固体特有の妨害作用が微分制御動作の対象になり、したがって像面内で補正される。

【0020】本発明の実施態様の方法によれば、照明側に生成される偏光が妨害を受けないように、偏光に関し中立なマイクロリソグラフィーマスクが設けられる。この場合、特に、透過時に実質的に非屈折性である基体を備えた透過マスクを設けるのが有利である。

【0021】さらに、本実施態様方法は、焼き付けられる対象物（ウェーハ）の受光層（レジスト）に反射防止膜が施される。もし反射防止膜を設けないと、0.7ないし0.9およびそれ以上の範囲の開口数に対応するような大きな入射角で非常に弱い光が受光層にカップリングされるからである。

【0022】この場合、この反射防止膜は、特に入射面に対し垂直に偏光した光に対し最適化できるので有利である。このことは、あらゆる偏光方向に対し必要なその他の最適化に比べて、著しく簡潔である。

【0023】

【発明の実施の形態】次に、本発明を図面を用いて詳細に説明する。

【0024】図1の投影露光装置は、光源1と、照明システム2と、マスク位置決めシステム3,3'と、縮小レンズ4と、対象物位置決めシステム5,5'と、コンピュータ制御部7からなり、図示していないが、これ以外に通常の補助装置が設けられている。

【0025】光源は、本実施の形態では、特に193nmまたは157nmの波長を持った遠紫外線用エキシマレーザーである。

【0026】照明システム2は、典型的には、光線案内・整形システム2'1と、種々の照明セッティングを低ロスで整形するグループ2'2、たとえばリングアパーチャー照明（環状照明）を整形するための位置調整可能なアキシコンを備えたグループと、これに加えて、またはこれの代用として、照明セッティング（種々のコヒーレン

スでの環状照明、ダイポール照明、クワドラポール照明、通常の照明)のための位置調整駆動部231を備えた位置調整可能な絞り装置23と、光インテグレータ24(ここではハニカムコンデンサレンズとして図示されている)と、マスク3に照射されるフィールドの制限部としてのREMA絞り25と、REMAレンズ26とを有している。この種の照明システムは知られているものであり、ドイツ連邦共和国特許公開第19855106A公報(1999年11月29日付提出の米国出願)を参照してもらいたい。

【0027】縮小レンズ4は、凹面鏡43、転向ミラー41,44、レンズおよびレンズ群42,45,46を備え、カタディオプトリックである。これもたとえば米国特許出願連続番号09/364382(欧州特許公開第0989434A号公報)から知られたものである。或いは、ドイツ連邦共和国特許公開第19954727A号公報に記載のような、たとえばビームスプリッターを備えたレンズを設けてもよい。

【0028】上記印刷物およびそこで引用されている印刷物は、この種の照明システムおよびレンズの例として完全に本出願の一部である。

【0029】カタディオプトリックな縮小レンズの像側の開口数は $NA=0.8$ またはそれ以上である。特に、有利にはひとみ面(システムアパーチャー)の領域に、偏光を制御する要素6が組み込まれている。この要素6は、次の光路内で接線偏光を生じさせる。その構成は、たとえば分節された複屈折プレートから知られている放射偏光のための構成に類似している。照明システム2の要素22を適宜構成し設定したダイポール照明の場合には、前記要素6は直線偏光された光をも生じさせることができる。この場合、調整手段6'を用いて偏光方向をダイポール照明の方向に適合させることができる。前記要素6はフィルタ機能を有する直線偏光子であってよい。有利には、低ロスで作用する複屈折要素を使用するのがよい。照明システム2から円偏光された光が提供されると、ミラー41,43,44で反射した後、これらのミラーが偏光に依存した反射率を持っているため、予め決定可能な幾何学的形状の楕円偏光が生じ、この楕円偏光は、適当な厚みを持った複屈折プレートにより直線偏光に置換することができる。ミラー41,43,44が位相を維持する反射層で被覆されていれば有利である。

【0030】マスク3(レチクル)と露光対象である対象物5(ウェーハ)とは対象物・像面内に配置されており、位置決めシステム31,5'を用いて供給され、正確に方向調整され、ステップアンドスキャン方式で同期して移動せしめられる。

【0031】前記位置決めシステム31,5'は、照明光路内の位置調整装置231および偏光決定要素6用の調整手段6'と同様に、コンピュータ制御部7によって制御される。コンピュータ制御部7は、公知の態様で投

影露光システム全体を制御し、その際別の信号量および調整量をも考慮することができる。

【0032】図2は、照明システム内に接線偏光装置55を設けたシステム構成の変形実施形態を示している。この接線偏光装置55は、米国特許第4755027号明細書に記載のアキシコン装置でもよい。この米国明細書には、入射する光の種々の事前偏光に対しいかに対処すれば最適な結果が得られるかも記載されている。この接線偏光装置以外のすべての部品およびその配置構成は通常のものである。ミラー52を備えた光源51は絞り53を照明する。絞り53の後には、レンズ54、たとえばドイツ連邦共和国特許公開第4421593A号公報に記載のズーム・アキシコン・レンズが設けられ、種々の設定、特にリングアパーチャーの選択を可能にしている。接線偏光装置55の後には、ハニカムコンデンサ56とリレー・フィールド光学系57とが設けられている。これらの部品は協働してレチクル58を最適に照明するために用いる。レチクル58は縮小レンズ59により高解像度(100nmないし70nmまたは50nm以下)で縮小されて、ウェーハ61のレジストフィルム60に結像される。レジストフィルム60は本実施の形態の場合反射防止膜を有しているが、これは、入射角がブルースター角の範囲にあって大きい場合、入射面に対し垂直な偏光方向によってさらに増幅されるため、この反射防止膜がないと、レジストフィルム60への光の有効なカップリングが行なわれないためである。

【0033】図3は偏光子55または6の出口における接線偏光を説明する図で、接線偏光はシステムのその後のどのひとみ面においても光軸OAに対し同心に存在する。

【0034】図4は、像を生成する光束81,82がレジストフィルム60にカップリングされる際の状況を説明する図である。光軸OAに対し大きな入射角で入射する光束81,82は、本発明によれば、入射面に対し垂直な偏光、すなわち図面に対し垂直な偏光を有する。このために最適な反射防止層62により、レジスト層60内への光束81,82の効果的な侵入が可能になる。レジスト層60において光束81,82は、その電場ベクトルが互いに平行であるため、像「点」40において干渉し、その結果、露光点40と非露光点との間に高コントラストが生じる。層60,62および基体(ウェーハ)の厚さは重要でなく、層境界における屈折も図示していない。

【0035】図5は、縮小レンズのひとみ面における光の分布のシミュレーションを示すものであり、たとえば図1の要素6の出口における前記シミュレーションを示したものである。ひとみ径Pの内側には、リングアパーチャー照明によって照射される領域Oがある。この領域Oは、同時に、方向Gにおいてレチクル(図1の3)の面内に配置される格子のゼロ次回折でもある。他方一

と+1は、解像度限界範囲に格子周期を持った格子の-1次回折と+1次回折の分布を表わしている。リング-1,0,+1の重なっている領域は、像を生じさせる。容易にわかるように、矢印Tで示唆した接線偏光により、これら重なり領域において、関与している2つの光束は同時に偏光し、よってポジティブに干渉することができる。

【0036】像内に100nmの隙間幅を持った1:1格子に対して、波長が193nmで、像側の開口数がNA=0.75の投影露光装置を用いると、屈折率が $n=1.8$ のレジストに対し $\sigma=0.5-0.8$ のリングアパーチャー照明の場合、本発明による偏光により、偏光されない光に比べ相対コントラストは7%上昇する。環状照明によれば、この効果は構造方向に依存せず、密集する線、接触する穴等のあらゆる種類の構造に対しこの方法は適している。特にコントラストに対する要求が低い露光方法、すなわちkファクタがほぼ0.3ないし0.5の範囲にあるような露光方法においては完全に効果的である。ダイポール照明の方向は、結像されるべき構造物の方向へ向けられる。これにより、偏光方向が構造方向に一致する場合も（偏光が直線に平行）、接線偏光以外に像面内での所望の直線偏光をも使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】カタディオプトリックな縮小レンズに接線偏光子を設けた投影露光装置を示す図である。

【図2】照明システムに接線偏光子を設けた投影露光装置を示す図である。

\*

\*【図3】接線偏光を生じさせる要素の出口における接線偏光を示す図である。

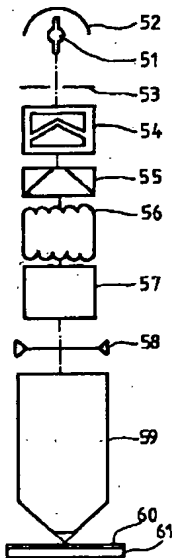
【図4】ウェーハに像を生じさせる光束の状態を示す図である。

【図5】ひとみ面内の光束を示す図である。

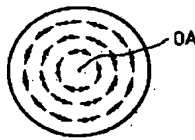
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 照明システム
- 3 マスク
- 4 縮小レンズ
- 5, 5' 対象物位置決めシステム
- 6 偏光を制御する要素
- 22 照明セッティング
- 31 マスク位置決めシステム
- 44 ミラー
- 46 レンズ
- 51 光源
- 54 レンズ
- 55 接線偏光装置
- 56 ハニカムコンデンサ
- 57 リレー・フィールド光学系
- 58 レチクル
- 59 縮小レンズ
- 60 レジストフィルム
- 61 基体（ウェーハ）
- 62 反射防止層
- 81, 82 光束

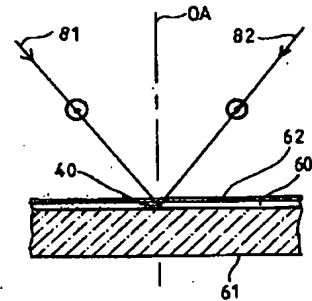
【図2】



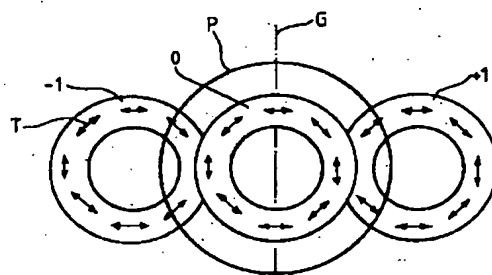
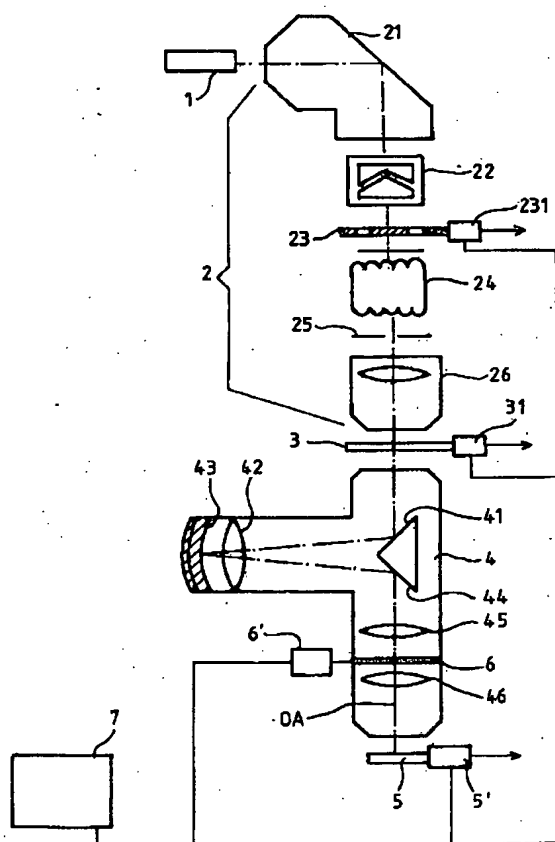
【図3】



【図4】



【図 5】



(72)発明者 マルティン・シュリーバー  
ドイツ連邦共和国・73431・アーレン・ア  
ウフ デア ハイデ・25